



TITLE:

ポーター仮説をめぐる論争に関する考察と実証分析

AUTHOR(S):

浜本, 光紹

CITATION:

浜本, 光紹. ポーター仮説をめぐる論争に関する考察と実証分析. 経済論叢 1997, 160(5-6): 102-120

ISSUE DATE:

1997-11

URL:

<https://doi.org/10.14989/45182>

RIGHT:

經濟論叢

第160巻 第5・6号

-
- ケインズとボンド残高(2).....岩 本 武 和 1
中国のマネーサプライコントロールの改革.....于 永 達 28
現代イギリス労資関係の
転換についての一考察(1).....上 田 眞 士 46
中国中央集権的計画経済体制の形成と
第一次五カ年計画(2).....李 軍 鋒 61
「新装花王石鹼」のブランド戦略(1).....齊 木 乃 里 子 83
ポーター仮設をめぐる論争に関する
考察と実証分析.....浜 本 光 紹 102
チーム生産と日本企業のシステム.....崔 康 植 121

学 会 記 事

經濟論叢 第159巻・第160巻 総目録

平成9年11・12月

京都大學經濟學會

ポーター仮説をめぐる論争に関する 考察と実証分析

浜 本 光 紹

I は じ め に

環境規制による産業の国際競争力へのインパクトについては、通説的には次のように考えられている¹⁾。環境規制の導入・強化は、公害防止投資が生産に直接的に寄与するものではないため企業にとって費用増加要因となり、生産性低下をもたらし競争力を失う結果となる、という見解である。しかし、これとはやや異なる見解も存在する。例えば OECD [1977] による日本の環境政策に関するレビューは、環境対策のための支出がマクロ経済のパフォーマンスに与えたマイナスの影響は決して大きくはなかったことを指摘しており、その要因の1つとして公害防止装置産業の成長を挙げている²⁾。ただし、経済全体でみれば規制の影響は小さいとしても、この議論は本質的には環境規制への対応を迫られた産業は生産性低下から免れないという見方に立った議論である。しかしながら、これらの議論とは逆に、環境規制の競争力へのプラスの影響を強調する見解が存在する。Porter [1991] は、厳格な環境規制は国内企業の国際

1) 環境規制が産業の国際競争力に与える影響をみる指標としては、汚染集約的な財の輸出量の変化や、規制を逃れて海外生産へシフトしたことによる対外投資の増加、産業の生産性上昇率の変化が考えられる。本論文では、生産性上昇率への影響に絞って議論を進める。これらの指標全般にわたって議論した研究としては次を参照。

Jaffe, A. B., S. R. Peterson, P. R. Portney and R. N. Stavins "Environmental Regulation and the Competitiveness of U. S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?," *Journal of Economic Literature* 33, 1995, pp. 132-163.

2) OECD, *Environmental Policies in Japan*, Paris: OECD, 1977. (環境庁国際課監修 国際環境問題研究会訳「日本の経緯—日本は成功したか」日本環境協会, 1978年。)

競争力を高めることにつながると主張する³⁾。すなわち、環境規制が適切に設計された場合には、費用節減・品質向上につながる技術革新を刺激し、その結果国内企業は国際市場において他国企業に対し競争上の優位を獲得して利益を得る、ということである。Porterはこの主張の根拠として、アメリカの諸産業中でも大きな環境保全コストを強いられた化学産業が国際貿易でのパフォーマンスを改善したことや、厳しい環境規制の下でドイツと日本がアメリカを上回る生産性の上昇率を実現した点を挙げている⁴⁾。

上記の議論はポーター仮説と呼ばれ、これに対しては理論的にも実証的にも否定的な見解を示す主張も提出されており、環境規制の政策効果に関する1つの論争となっている。本論文では、ポーター仮説をめぐる議論について、その論争点を整理・検討し、その主張に対する解釈をまとめる。さらに、その解釈に基づきながら、Porterがその主張の根拠の1つに挙げている日本の事例について、環境規制が与える技術革新へのインセンティブ効果の実証分析を行う。

II ポーター仮説をめぐる

先のPorter [1991]の主張は、Porter and van der Linde [1995]⁵⁾においてより具体的に展開されており、その内容は以下のようにまとめられる。現代の大量廃棄を前提とした生産技術は、エネルギー・原材料の生産性からみて非効率的である。しかし環境規制が設定されたことにより汚染削減のための対策に企業が取り組んだ結果、技術革新を通じて原材料あるいはエネルギー生産性の上昇がみられる。いくつかの企業は環境対策費用を上回る収益改善を実現して

3) Porter, M. E. "America's Green Strategy," *Scientific American*, April, 1991, pp. 96.

4) Norsworthy and Malmquist (1983) は、日本とアメリカに関して、製造業全体でみた生産性上昇率を推計している。ここでは、全要素生産性の年平均上昇率に関して、アメリカと日本を比較すると1965-73年で0.59%と0.91%、1973-78年で0.38%と1.64%となっており、日本は石油危機以前よりも以後のほうが高い上昇率となっている。Norsworthy, J. R. and D. H. Malmquist "Input Measurement and Productivity Growth in Japanese and U. S. Manufacturing," *American Economic Review* 73, No. 5, 1983, pp. 947-967.

5) Porter, M. E. and C. van der Linde "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9, No. 4, 1995, pp. 97-118.

いる（これをイノベーション・オフセットと呼んでいる）。現行の環境規制は技術革新誘発のためにはむしろマイナスの効果を及ぼしかねないものであるが、そのような規制においてもイノベーション・オフセットの事例が存在するのであるから、技術革新をもたらすように適切に設計された環境規制であれば、企業の競争力を増強することが可能である。そうした望ましい環境規制の設計には、

- A. 技術基準を設定する規制ではなく、汚染排出に対する規制とすべきである。その場合、企業は技術選択において裁量の余地が大きくなり、技術革新をもたらす可能性が高い⁶⁾。
- B. 技術革新インセンティブを継続的に与えるために、市場メカニズムを利用した規制を採用すべきである。
- C. 企業にとってロビー活動の機会を与えないよう、不確実性を排除した規制設定を行うべきである。そのためには規制設定を審議する段階において産業界も参加する必要がある。

このポーター仮説の妥当性については批判的な見方が提出されている。Oates et al. [1993]⁷⁾、Palmer et al. [1995]⁸⁾は、ポーター仮説の理論的・実証的検証を行い、仮説の妥当性について懐疑的な見方を示した。以下では、その内容について解説しながら、仮説を検証するために必要な視点を示していきたい。

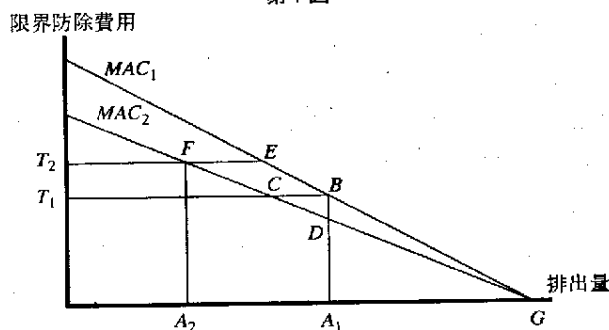
まず、ポーター仮説における、環境規制の強化が競争力の増強に寄与する、

6) これはアメリカで採用されてきた技術基準 (technology based standards) がもつ、技術革新インセンティブに対するネガティブな効果を念頭においている。この効果については、次を参照。Freeman III, A. M. "Technology-Based Effluent Standards: The U. S. Case," *Water Resources Research*, Vol. 16, No. 1, 1980, pp. 21-27.

7) Oates, W. E., K. Palmer and P. R. Portney "Environmental Regulation and International Competitiveness: Thinking about the Porter Hypothesis," Resources for the Future Discussion Paper, 94-02, 1993, Washington, D. C.: Resources for the Future.

8) Palmer, K., W. E. Oates and P. R. Portney "Tightening Environmental Standards: The Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm?," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9, No. 4, 1995, pp. 119-132. なお、この論文は前掲の Oates et al. [1993] での議論に加筆・修正を施したものであるが、主張する内容は基本的に変わっていない。

第1図



というメカニズムについて理論的側面から検討する。第1図において、 MAC_1 、 MAC_2 はそれぞれ技術革新以前、以後の限界防除費用関数を表している。今、環境税の税率が T_1 のとき、この技術革新によって得る利益は GCB の領域に相当する。技術革新に要する研究開発費用がこの利益を上回っている限り、企業は技術革新インセンティブをもたない。既存技術の下での利潤を π_1 、新技術の下での利潤を π_2 とすると、上記の状況では、 $\pi_1(B) > \pi_2(C)$ となっているはずである。ここで、 $\pi_1(B)$ は MAC_1 上の点 B での利潤、 $\pi_2(C)$ は MAC_2 上の点 C での利潤を表している。

ここで、他の条件は一定とした上で、税率が T_2 に引き上げられたとしよう。このとき、ポーター仮説にしたがって、この規制強化が企業に研究開発インセンティブを与えたとする。すなわち、技術革新による利益 GFE が研究開発費用を上回ることになり、 $\pi_2(F) > \pi_1(E)$ が成り立つ状況を考える。ポーター仮説では、技術革新が規制強化の場合でも利益をもたらすと主張する。これは、 $\pi_2(F) > \pi_1(B)$ となることを意味する。一方、税率の高い場合には利潤が小さくなると考えられるので、新技術の下で $\pi_2(C) > \pi_2(F)$ が成り立つ。これら2つの不等式より、 $\pi_2(C) > \pi_1(B)$ を得る。この結果は、もし規制が強化されても技術革新が利益をもたらすのならば、企業は規制が強化される以前に既に技術革新インセンティブを有していなければならない、ということの意味する。

上記の設定は $\pi_1(B) > \pi_2(C)$ を前提としているので、ポーター仮説にしたがって置かれた $\pi_2(F) > \pi_1(B)$ という設定は矛盾に至り、したがって $\pi_1(B) > \pi_2(F)$ でなければならない。

以上の分析結果から、企業は技術革新を実現しても規制強化によって損失を被り、規制の緩い他国企業へ競争上の優位を与えることになる、という結論が得られる。Palmer et al. [1995] は、この結論を受けて次の点を指摘している。上記の簡略化されたモデルには、ポーター仮説を説明するための要素に欠けているとし、その要素として、

- (1) 企業間及び企業と規制当局の間の相互依存関係における戦略的行動
- (2) 何らかの原因で看過されているが、規制強化によって顕在化する技術革新の潜在的機会の存在

を挙げている。(1)については、Barrett [1994] が、ポーター仮説については言及していないものの、戦略的貿易モデルを用いた分析を行っている。そこではベルトラン競争の下では環境規制の強化が競争力を増強する可能性があることを示した。しかしながら、クールノー競争へモデルを変更すると逆の結論が導き出されることも示されている。またこのモデルで企業にとって環境規制の強化（このモデルでは、汚染の限界被害費用と限界削減費用が均等化するときには決まる最適汚染量以下に削減する場合を言う）が利潤の増加をもたらすのは、技術革新による費用節減ではなく、生産量の抑制であると解釈でき、ポーター仮説が成立するメカニズムの説明にはならない⁹⁾。Simpson and Bradford [1996] は、環境税が賦課されている状況で、かつ研究開発行動を含んだ戦略的貿易モデルを想定しているが、モデルの結論は特定化の若干の変更に対して頑健(robust)でなく、ポーター仮説が成立するのは極めて稀なケースであることが示されている¹⁰⁾。また Ulph and Ulph [1996] は、戦略的貿易モデルで

9) Barrett, S. "Strategic Environmental Policy and International Trade," *Journal of Public Economics* 54, 1994, pp. 325-338. なお、この論文の目的はポーター仮説の理論的検証ではなく、政府が自国企業に有利なように戦略的に環境政策を採用する場合、環境規制を最適汚染水準より緩めるかどうかについて理論的に検討することである。

環境税が賦課されている状況において税率の強化が生産性上昇をもたらすかどうかは、研究開発努力の結果としてどれだけの汚染削減が実現するかによる、すなわち汚染削減に関する研究開発生産関数に依存することを示した¹⁰⁾。したがって、戦略的行動を前提としたモデルによる分析では仮説の妥当性について一般的結論を下すことは困難であると言わざるを得ない。

Palmer et al. [1995] は、Porter and van der Linde [1995] がこのような戦略的行動を想定していないと指摘し、仮説が成立すると考えられる場合の企業行動として、(2)に注目している。企業はその内部に何らかの非効率性を内在させているのが常態であり、したがって潜在的な技術改善の機会を有している。その機会は経営者に認識されないままになっているが、環境規制やエネルギー価格上昇といった外的条件の変化が刺激となってその存在が認識され、費用削減の機会が顕在化する、ということである。

この(2)に関して、Palmer et al. [1995] は実証的側面からも検討している。それによると、アメリカの製造業におけるコスト・オフセット（環境対策によってエネルギー・原材料利用の効率性が改善して発生した費用削減分）が1992年において推定17億ドルであり、これは環境対策支出の2%以下にすぎないとして、仮説の信頼性に対して懐疑的な見方を示している。

ここで次の2つの点に注意すべきであろう。第1に、Porter and van der Linde [1995] は仮説の根拠として企業レベルでのイノベーション・オフセットの事例を挙げており、製造業全体でみた統計をもって仮説の反証とするのは若干問題があるかもしれない。また、アメリカにおいて環境規制が産業の生産性上昇率の大幅な低下をもたらしたことについて、それを積極的に支持する証拠があるわけではない。Jaffe et al. [1995] は、環境規制による生産性への影

10) Simpson, R. D. and R. L. Bradford, III, "Taxing Variable Cost: Environmental Regulation as Industrial Policy," *Journal of Environmental Economics and Management* 30, 1996, pp. 282-300.

11) Ulph, A. and D. Ulph "Trade, Strategic Innovation and Strategic Environmental Policy: A General Analysis," in C. Carraro, Y. Katsoulacos and A. Xepapadeas eds., *Environmental Policy and Market Structure*, 1996, Kluwer Academic Publishers, pp. 181-208.

響に関する実証分析をサーベイしている。これによると、製造業の全要素生産性上昇率の低下に占める環境規制による影響の割合は、8-16%の範囲に多くの産業が含まれている。これに含まれない産業は、製紙業(30%)、電力(44%)である。以上のことからこの論文は、環境規制が生産性に与えるマイナスの影響はさほど大きくはないと結論している¹²⁾。

第2に、より重要な点として、Palmer et al. [1995] は、Porter and van der Linde [1995] がいうイノベーション・オフセットと上記のコスト・オフセットを同一のものとみていることである。コスト・オフセットに関する数値の基礎となった U. S. Department of Commerce [1994] のアンケート調査では、環境対策を目的とした支出に伴って発生した費用節減のみを計上するようになっており、したがって汚染削減を伴うような場合であっても、効率化を目的とした生産工程の大幅な刷新の場合には統計に含まれない¹³⁾。しかしながら、以下でも述べるように、生産工程の効率化と環境対策が不可分であるような場合が多くなっており、むしろこうした技術がイノベーション・オフセットを産み出すように思われる。

先に挙げたアメリカ製造業への環境規制のインパクトに関する実証研究は、全要素生産性への影響を分析している¹⁴⁾。周知のように、全要素生産性上昇率は産出量増加率の要因のうち、生産要素の増加率によって説明されない部分に相当する。これは技術進歩、環境規制、エネルギー価格の変動などの様々な要因によって影響を受ける。このうち全要素生産性上昇率に大きく貢献するであ

12) Jaffe et al. [1995], *op cit*.

13) U. S. Department of Commerce (Bureau of the Census) "Pollution Abatement Costs and Expenditures, 1993," *Current Industrial Reports*; MA200 (93) -1, 1994, Washington, D. C., U. S. Government Printing Office.

14) 例えば、以下の文献を参照。Gollop, F. M. and M. J. Roberts "Environmental Regulations and Productivity Growth: The Case of Fossil-fueled Electric Power Generation," *Journal of Political Economy* 91, No. 4, 1983, pp. 654-674.; Gray, W. B. "The Cost of Regulation: OSHA, EPA and the Productivity Slowdown," *American Economic Review* 77, No. 5, 1987, pp. 998-1006; Barbera, A. J. and V. D. McConnell "The Impact of Environmental Regulations on Industry Productivity: Direct and Indirect Effects," *Journal of Environmental Economics and Management* 18, 1990, pp. 50-65.

ろう技術進歩をもたらす最大の要因は、研究開発活動による技術革新であると考えられる¹⁵⁾。

ここで再び Porter の主張に立ち返って考えてみたい。Porter 自身は、イノベーション・オフセットが実現するまでに要する時間について明言していない。しかし、仮説にある「環境規制→生産性上昇」というメカニズムの間には、技術革新を介しており、この技術革新は研究開発努力の結果として中長期の期間を経て実現すると考えるのがむしろ自然であるように思われる。しかも規制によって刺激された研究開発が、Porter の言うように結果として生産性の上昇をもたらすとすれば、環境保全目的のみならず、省エネ・省資源や効率化といった生産工程の改善及び新しい生産プロセスの創出を目的としたものも含んでいると考えられる。すなわち、環境規制が研究開発投資全般を押し上げる効果をもつ、といったメカニズムとして Porter の主張を解釈できる。環境対策技術はこれまで多くの場合、生産工程の末端において発生する汚染物質を処理する end-of-pipe technology が採用されているが、生産工程の効率性改善によって汚染削減も実現される場合も存在し、こうした対策技術は cleaner production technology と呼ばれる。この後者の技術は、生産性を犠牲にすることなく環境改善を実現するという意味で、ポーター仮説に対する解釈を提示する上で重要であろう。

こうした考えに立って仮説を検討した Jaffe and Palmer (1994) は、環境規制が研究開発支出全般に与える効果について、1975-91年のアメリカ企業のパネルデータを用いて実証分析を行い、産業特性による影響を調整した場合、規制強化が研究開発支出の増加をもたらすという結果を得ている¹⁶⁾。

以上、ポーター仮説をめぐる議論について概観してきたので、ここで仮説を

15) 研究開発投資の収益率を計測する際には、通常、従属変数として全要素生産性上昇率を用いる。後藤見「日本の技術革新と産業組織」東京大学出版会、1993年、第2章を参照。

16) Jaffe, A. B. and K. Palmer "Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study," *Resources for the Future Discussion Paper*, 95-03, 1994, Washington D. C.: Resources for the Future.

成立させるメカニズムについてまとめておきたい¹⁷⁾。今、ある企業の費用関数が以下のように表現されたとしよう。

$$C = C(p_l, p_k, Q, R, T) \quad (1)$$

ここで、 p_l, p_k は生産要素（労働，資本）価格， Q は産出量， R は環境規制の強度（regulatory intensity）， T は技術水準を表している。また，次のような条件を置く。

$$\partial C / \partial p_i > 0 (i = l, k), \partial C / \partial Q > 0, \partial C / \partial R > 0, \partial C / \partial T < 0$$

最初の2つは，生産要素価格の上昇および産出量の増加は費用を増加させることを意味する。3番目の条件は規制の強化が費用を上昇させることを示しており，4番目は技術水準の上昇が費用節減をもたらすことを示している。

(1)式を全微分すると，

$$dC = \partial C / \partial p_l dp_l + \partial C / \partial p_k dp_k + \partial C / \partial Q dQ + \partial C / \partial R dR + \partial C / \partial T dT$$

ここで，生産要素価格と産出量は変化しないとすると，規制の強化が費用に与える全効果は次のようになる。

$$dC/dR = \partial C / \partial R + \partial C / \partial T \cdot dT/dR$$

ポーター仮説は，規制強化の全効果が負になることを主張する。これが成立するためには，

$$\partial C / \partial R < -\partial C / \partial T \cdot dT/dR$$

でなければならない。先の条件より， $dT/dR > 0$ でなければならない。したがって環境規制が企業の技術水準を引き上げる効果をもたなければならない。この効果をもたらすメカニズムは，これまでの議論から以下の2つに分けられると考えられる。

- (a) 環境規制によって潜在的な非効率性が認知され，その改善が生産性上昇をもたらす。
- (b) 環境規制によって研究開発支出が押し上げられ，これが技術革新を引き

17) Porter and van der Linde [1995] は環境規制によって生産工程の改善だけでなく製品の品質向上も実現すると指摘しているが，ここでは前者のみを考慮している。

起こし生産性を上昇させる。

(a)に関しては、企業自身が資源浪費の改善の機会について認識していないのであれば、技術面でのコンサルティングなどを通じてその機会についての情報を与えるような技術政策であってもそれを認識させることは可能であろう。その意味では(a)を実現する場合に環境規制を強化する必然性は小さいと言える。また、環境規制によって認知された非効率性の改善よりも、生産性の上昇により大きく貢献するのは(b)で挙げた研究開発を通じた技術革新であると考えられる。次節では、この解釈を踏まえ、日本の環境規制に関して(b)に焦点を当ててポーター仮説を実証面から検討する。

III 環境規制と研究開発支出

「環境規制→研究開発→技術革新→生産性上昇」という長期的影響の連鎖をすべてとらえるためには、第1に環境規制が研究開発インセンティブとしての役割を果たしたか、という点を検証して、第2に研究開発活動が結果として生産性に与えた影響を計測する必要がある。ここでは、Jaffe and Palmer[1994]の分析方法にしたがって、第1の「環境規制→研究開発努力」という関係についてのみ分析することを目的とする。

以下のような回帰式を推定する。

$$E_{it} = \alpha + \beta P_{it} + \gamma S_{it} + \delta V_{it} + T + \mu_{it}$$

E_{it} は第 i 産業の T 期の研究開発支出、 P_{it} は公害防止投資支出、 S_{it} は研究開発補助金、 V_{it} は粗付加価値、 T はタイムトレンド、 μ_{it} は誤差項である。産業にとっての環境規制の強度を表す代理変数として、現実の企業の対応を示す公害防止投資支出を用いている。分析においてはこれの1期のラグと過去3年の移動平均についてそれぞれ影響度をみる。また、粗付加価値は産業規模の影響を制御することを目的とする。さらに、産業特性 (industry characteristics) を表すものとして産業別ダミーを用いたモデルも推定する¹⁸⁾。

サンプルとなる産業は、資本金1億円以上の繊維・紙パルプ・化学・石油石

炭製品・窯業・鉄鋼・非鉄金属の7業種で、ここでは公害対策が急激に進んだ1970-79年の期間を取り上げる。データは、研究開発支出と補助金(国・自治体からの受入研究費)については総理府「科学技術研究調査報告」、粗付加価値については通産省「工業統計表」企業編、公害防止投資については通産省「主要産業の設備投資計画」を用いた。

上記の方法により、最小二乗法による回帰を行った結果を第1表にまとめている。産業特性を処理していないモデルでは、公害防止投資、R&D補助金ともに研究開発努力に対してマイナスの効果をもつことが示されているが、これらは有意ではない。しかしながら、産業特性を処理したモデルでは1期ラグ・移動平均ともに公害防止投資は研究開発支出に対して正の符号をもち、統計的に有意である。また決定係数も改善しており、産業別ダミーのF値も大きい数値を示している。これは技術機会 (technological opportunity) や専有可能性 (appropriability) といった産業特性が企業の R&D インセンティブに無視しえない影響を与えていることを意味していると考えられる。一方、R&D 補助金の係数については統計的に有意でない。この研究開発補助金は、理論上、技術知識のもつ公共財的性格がゆえに R&D 投資は過小投資に陥りやすいという「市場の失敗」を矯正するために企業に研究開発インセンティブを与えるという機能を果たす。しかし、1970年代において理論上の機能を果たしたか否かについてこの結果からは明確な判断はできない。

寺尾〔1994〕では、通産省による公害防止投資支出の統計は、調査に対して解答した企業に関する数字のみ表しているに過ぎず、実際よりも過小に推計されていると指摘されている¹⁹⁾。すなわち、データとして用いた公害防止投資支出では、環境規制の強度が若干弱めに表れることになる。しかし、そのような

18) Cohen and Levin〔1989〕は、研究開発インセンティブの決定要因として需要条件や技術機会、専有可能性といった産業特性の重要性を強調している。Cohen, W. M. and R. C. Levin "Empirical Studies of Innovation and Market Structure," in R. Schmalensee and R. D. Willig eds., *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 2, 1989, Amsterdam North-Holland, pp. 1059-1107.

19) 寺尾忠能「日本の産業政策と産業公害」小島麗逸・藤崎成昭編『開発と環境アジア「新成長圏」の課題』第8章、アジア経済研究所、1994年、310-311ページ。

第1表 環境規制と研究開発支出 (1970-1979) その1

説明変数	産業特性を処理しないモデル		産業特性を処理したモデル	
公害防止投資支出 (1期ラグ)	-0.093336 (-0.900489)		0.117217 (2.48715) ^a	
公害防止投資支出 (移動平均)		-0.149145 (-1.22713)		0.198261 (3.63905) ^a
R & D 補助金	4.69365 (0.574566)	4.63296 (0.570157)	3.16267 (1.11771)	2.86300 (1.06736)
租付加価値	0.065991 (14.5265) ^a	0.067247 (14.1523) ^a	0.012523 (1.67529) ^a	0.993681E-02 (1.46131) ^a
R-Squared	0.813736	0.815682	0.982111	0.983859
産業別ダミーに関する F 検定			F 値 94.12444 ^c	F 値 102.4542

() 内は t 値。a は 5%, b は 10% の水準で有意。

c は 5% の水準で有意。

データの下であっても、1970年代において公害防止投資は研究開発努力を押し上げるという効果がみられることが、上記の分析により示されている。

ここで、Jaffe and Palmer [1994] の分析から進んで、R&D 活動に影響を及ぼすと考えられる他の要素を加え、さらに産業別ダミーによって抽出した産業特性に関してより具体的に変数を選んで回帰式の説明変数に加えてみよう。ここでは、他の要素として当該産業の市場構造を、産業特性として技術機会について考慮する。専有可能性については適当な代理変数が見当たらないので、これを含むその他の要素や産業特性はダミー変数によって処理する。

市場構造については、市場集中度や産業特性が R&D インセンティブとしてどの程度影響するかについて実証分析を行った Levin et al. [1985]²⁰⁾にしたがい、ある集中度の水準において研究開発努力が最も大きくなるという、いわゆる「逆 U 字型」の関係が R&D 努力と市場集中度の間に存在するものと想定する。また、技術機会については、基礎、応用、開発という研究段階のそれぞれに異なる技術機会を各産業が有していると考え、各研究段階に対する研究開

発支出の配分比率をもって技術機会の豊かさを表す代理変数とする。すなわち、ここでは企業が技術機会の豊富な研究段階に多くの資源を配分するものと想定している。以上の変数に関するデータは、市場集中度についてはR&D支出上位5社の売上高比率を、技術機会については分野別（基礎、応用、開発）R&D支出から比率を計算してそれぞれ用いている。出所はともに『科学技術研究調査報告』である。

第2表には、市場構造と技術機会を説明変数に加えた分析の結果を示している。ここでも環境規制は研究開発活動を押し上げる効果をもつという結果が得られている。技術機会については、産業別ダミーが無いモデルではR&D支出に対するプラスの効果が有意に表れているが、ダミーを加えると有意ではなくなっている。したがって産業別ダミーによって抽出される産業特性の影響が依然として大きいと思われる。

市場構造については、当初予想した「逆U字型」の関係とは正反対の結果が得られている。この理由として、サンプルとして選んだ産業が限定されている点が考えられる²⁰⁾。また分析期間には石油危機以降の景気停滞があり、その影響の程度が産業によって異なっていたことが表れているとも考えられる。研究開発支出が最も低い水準となる市場集中度をダミー変数付きの回帰係数から計算すると、49.5%（1期ラグ）、52.4%（移動平均）であり、これに近い集中度にある産業としては、石油石炭製品産業が1970-79年の平均で56.9%と

20) Levin, R. C., W. M. Cohen and D. C. Mowery "R&D Appropriability, Opportunity, and Market Structure ; New Evidence on Some Schumpeterian Hypotheses," *American Economic Review* 75 (*Papers and Proceedings*), No. 2, 1985, pp. 20-24. 「逆U字型」の関係を検討する場合、従属変数にはR&D支出一売上高比率（R&D intensity）を用いるところであるが、本論文はJaffe and Palmerの分析方法に継続する形で議論を進めているので、R&D支出を用いている。

21) 筆者は以前の論文において、自動車メーカーやエンジニアリングメーカーが公害防止技術の開発を進めるインセンティブとして市場競争が大きく影響している点を指摘した。自動車産業の研究開発支出上位5社の売上高比率は、1970-79年の平均で58.5%（科学技術研究調査報告による）であり、本論文の結果によれば研究開発支出の水準は低い産業に位置することになる。しかし本論文の実証に用いたデータは自動車産業、機械産業を含んでいないため、以前の論文での指摘と矛盾するものではない。上記の指摘については、次の論文を参照。浜本光紹「日本における公害防止のための公共政策に関する一考察—硫酸化物・窒素酸化物対策を事例として—」『調査と研究』1997年7月号掲載予定。

第2表 環境規制と研究開発支出 (1970-1979年) その2

説明変数	産業別ダミーが無いモデル		産業別ダミー付きモデル	
公害防止投資支出 (1期ラグ)	0.367833 (3.84321) ^a		0.096695 (1.91502) ^a	
公害防止投資支出 (移動平均)		0.529114 (4.24026) ^a		0.172669 (2.74580) ^a
R & D補助金	-0.576378 (-0.096974)	-0.755440 (-0.129792)	2.95255 (1.05808)	2.83598 (1.05176)
粗付加価値	0.048381 (8.56655) ^a	0.045702 (8.04971) ^a	0.921174E-02 (1.21495)	0.754440E-02 (1.08219)
市場構造	-26.1728 (-1.42602) ^b	-16.3138 (-0.878968)	-25.8092 (-2.62083) ^a	-20.5504 (-2.07821) ^a
(市場構造) ²	0.091577 (0.401911)	-0.045499 (-0.212044)	0.260561 (2.17965) ^a	0.95992 (1.62590) ^b
技術機会 (基礎研究)	1412.11 (2.17173) ^a	1580.36 (2.42151) ^a	94.2371 (0.282302)	234.649 (0.708600)
技術機会 (応用研究)	1402.34 (2.15274) ^a	1560.97 (2.42151) ^a	110.126 (0.329664)	247.286 (0.74697)
技術機会 (開発研究)	1393.85 (2.14209) ^a	1555.19 (2.41452) ^a	106.287 (0.319145)	243.728 (0.738289)
R-Squared	0.917426	0.920825	0.984885	0.985836
産業別ダミー に関するF検定			F値 40.16683 ^a	F値 41.30872 ^a

() 内はt値。aは5%, bは10%の水準で有意。

cは5%の水準で有意。

になっている。このことから石油危機以後の景気停滞による効果の産業別の差異が影響していることがうかがわれる。

研究開発支出などのデータを掲載している『科学技術研究調査報告』には、特定目的別研究費として「環境の保護 (1970-75年まで公害防除)」の項目があり、ここから環境保全目的に特定された研究開発支出を知ることが可能である²²⁾。ここで、この環境保全目的のR&D支出を従属変数として上記と同様の

回帰分析を行った。その結果が第3表に示されている。環境保全に特定された研究開発活動は、当然のことながら環境規制によって誘発されると予想され、実際にその予想通りの結果が得られている。また、研究開発補助金が有意な影響を与えているが、この補助金は環境保全に特定されてはいない点に注意する必要がある。ただし、1970年代に各産業に対して交付された公害対策のためのR&D補助金が、研究開発補助金の大きな部分を占めているとすれば²³⁾、補助金が環境保全技術の研究開発インセンティブを与える効果を有していたと考えることができるだろう。

ここで、これまでの分析結果について若干の注意点を述べておきたい。先に公害防止投資支出の統計が過小評価となっている可能性について述べたが、Jaffe and Palmer [1994] は、公害防止投資の大きさは規制の厳しさを表現したものではなく、むしろ企業の公害対策の非効率性を表現している可能性について指摘している。彼ら自身は明記していないが、これはアメリカの環境規制が技術基準を設定する手段によっているために、対策技術を企業の選択に任せる排出規制よりも非効率であることを念頭に置いていると考えられる。日本では排出規制によっているので、このような問題はアメリカの実証研究の場合よりも小さいであろう。

1980年代に入ると、公害防止投資の動向は落ち着き、省エネ対策のための投資の比重が高まっている。この時期には、環境規制よりも石油価格高騰の影響の方が研究開発活動を活発にしているかもしれない。そこで、省エネ投資が進んだ1980-92年の期間についても同様の分析を行ってみた。ここでは説明変数として石油価格高騰に対する企業対応の代理変数として1期ラグの省エネ投資

22) この調査報告における「環境の保護」目的の研究の定義は、「自然環境の汚染が生命・財産に与える影響の解明、自然環境の汚染及び破壊の防除、無公害化の達成に関する研究」となっている。

23) 通商産業省年報によると、工業技術院から交付される重要技術研究開発費補助金のうち公害対策に相当する割合は、1972-77年の間で22-53% (74年に最大) である。補助金のうちこの割合に相当する部分のみを説明変数とすべきであるとも考えられる。しかしこの期間に補助金額が大きく変動している場合には公害対策がその要因であると考えられることから、ここでは補助金全額を説明変数としている。

第3表 環境規制と環境保全目的R&D支出(1970-1979年)

説明変数	産業別ダミーが無いモデル		産業別ダミー付きモデル	
公害防止投資支出(1期ラグ)	0.031594 (10.1347) ^a		0.029955 (8.54199) ^a	
公害防止投資支出(移動平均)		0.037801 (7.89813) ^a		0.034818 (6.90716) ^a
R & D補助金	2.16719 (11.1946) ^a	2.18354 (9.78117) ^a	2.28707 (11.8010) ^a	2.33055 (10.7824) ^a
粗付加価値	0.322279E-03 (1.75196) ^a	0.02591E-03 (0.930353)	-0.220545E-03 (-0.418825)	-0.112007E-02 (-2.00433) ^a
市場構造	-0.859295 (-1.43742) ^b	-0.402899 (-0.535974)	-0.252809 (-0.369637)	0.455644 (0.574831)
(市場構造) ²	0.566377E-02 (0.763158)	-0.450032E-03 (-0.050264)	0.175886E-02 (0.211849)	-0.471379E-02 (-0.487830)
技術機会 (基礎研究)	-6.05441 (-0.285874)	-2.82292 (-0.114263)	5.96707 (0.257379)	13.9413 (0.525105)
技術機会 (応用研究)	-5.78256 (-0.272535)	-3.16073 (-0.127839)	6.64917 (0.286594)	14.3457 (0.540591)
技術機会 (開発研究)	-5.88249 (-0.277553)	-3.05734 (-0.123758)	6.27143 (0.271139)	14.0120 (0.529501)
R-Squared	0.904060	0.872441	0.920153	0.900325
産業別ダミー に関するF検定			F値 1.813881	F値 2.517677 ^c

() 内はt値。aは5%, bは10%の水準で有意。

cは5%の水準で有意。

が含まれている²⁴⁾。結果は第4表に示している。この結果によると、1980年代には石油危機によるエネルギー価格高騰の影響が研究開発努力を押し上げていることがわかる。さらにこの結果では、環境規制がむしろ研究開発努力にネガ

24) 省エネ投資のデータは通産省「主要産業の設備投資計画」による。なお、1986年までの統計は合成繊維・紙パルプ・石油化学・石油精製・セメント・鉄鋼・アルミ精練圧延というようにいくつかの産業において調査対象業種の範囲が狭くなっている。

第4表 環境規制と研究開発支出 (1980-1992年)

説明変数	産業別ダミーが無いモデル		産業別ダミー付きモデル	
公害防止投資支出 (1期ラグ)	-2.64526 (-3.16801) ^a	-1.18858 (-1.42679) ^b	-1.27689 (-2.30162) ^a	-1.16939 (-1.88312) ^a
省エネ投資支出 (移動平均)	-0.987887 (-1.30937) ^a	-0.472827 (-1.95470) ^a	0.36573 (1.85751) ^a	0.410169 (1.94352) ^a
R & D補助金	13.8647 (3.02982) ^a	18.1869 (4.17316) ^a	4.25642 (1.00884)	3.02207 (0.677002)
粗付加価値	0.113521 (36.8977) ^a	0.108989 (16.0385) ^a	0.134588 (17.7598) ^a	0.134516 (17.3493) ^a
市場構造		42.9071 (0.681793)		62.4162 (0.945882)
(市場構造) ²		-0.922122 (-1.13249)		-0.646438 (-0.768659)
技術機会 (基礎研究)		17.2651 (0.271363)		52.6163 (1.06731)
技術機会 (応用研究)		10.3931 (0.168392)		25.3572 (0.573351)
技術機会 (開発研究)		-10.2093 (0.165291)		29.3744 (0.634751)
R-Squared	0.955578	0.966027	0.984309	0.984845
産業別ダミー に関するF検定			F値 24.10804 ^c	F値 15.3148 ^c

() 内はt値。aは5%, bは10%の水準で有意。

cは5%の水準で有意。

タイプな効果を与えているということが示されている。

データに用いた通産省の統計は、調査表の公害防止投資の範囲の指定からみて、大部分が先に触れた end-of-pipe technology による装置の設置に関する統計となっている。汚染削減技術が、生産工程内において汚染発生を制御する cleaner production technology であり、汚染対策が生産設備と一体化されている場合には、公害防止投資支出の統計にそれはほとんど表れないことになる。

1980年代以降の環境規制に対する企業の技術的対応において cleaner production technology による部分が大きい場合には、公害防止投資支出統計をもって環境規制の強度の代理変数とすることに問題があるだろう。したがって、先に述べた公害防止投資統計の過小評価の問題は、この時期に関して特に大きいと言える。

以上、前節の(b)にあるポーター仮説の解釈に基づいた実証分析を行い、1970年代について仮説と整合的な結果が得られた。ここでその結果から推測される企業行動について次のような説明を提示したい。1970年代に急速に設定・強化された直接規制に対する企業の技術的対応は end-of-pipe technology に中心がおかれていたとすれば、その設備は生産に直接寄与しないので企業の負担感は大いなものとなる。この規制による負担感が誘因となって、企業は公害対策も工程内に含めた、より効率的な生産技術を模索して研究開発を実施したものと考えられる。そして公害対策がやや落ち着いた1980年代にはエネルギー価格高騰に対応する必要が生じたため、環境・省エネ対策をも統合した効率的生産技術を開発する方向に向かったと考えられる。

IV 要約および残された課題について

本論文では、ポーター仮説をめぐる論争をサーベイしながら、この仮説が成立する場合のメカニズムとして「環境規制→研究開発支出の増加→技術革新→生産性上昇」という連鎖に着目した。そしてこの立場から、日本の製造業7業種に関して、環境規制が研究開発支出全体を押し上げる機能をもったことを実証的に明らかにした。この結果より、日本の製造業は規制によって生じた環境対策費用を負いながらも、生産性の改善を図り、環境保全を含めた生産工程の効率化を模索して研究開発を行ったものと推察される。しかしながら、実際に環境規制が与えた生産性への影響の程度を計測するためには、上記の長期的影響の連鎖のうち、研究開発によって生じた技術革新がどの程度生産性上昇に寄与したか、という点についても実証的に検討すべきであり、これは今後の課題で

ある。

〈付 記〉

本稿の主旨は、1996年9月の環境経済・政策学会において報告された。この報告に対して、千葉商科大学の伊藤康氏から有益なコメントを頂いた。また名古屋大学の荒山裕行氏、桃山学院大学の竹歳一紀氏からも研究過程において貴重な助言を頂いた。ここで改めて謝意を表したい。なお、本研究は松下国際財団の研究助成を受けている。言うまでもなく、本稿に残された過誤は筆者によるものである。